



dr inż. Jan Kozicki ekspertyzy, projekty i nadzory budowlane  
91-456 Łódź ul. Łagiewnicka 102/116 m.22 tel. 617-14-83 NIP 726-101-83-79

Opracowanie Nr 90/2006

Zleceniodawca:

Urząd Gminy Inowódz  
ul. Starska 2  
97-215 Inowódz,

## Zamek Kazimierza Wielkiego w Inowłodzu.

### Projekt wykonawczy rozbudowy, adaptacji i częściowej rekonstrukcji ruin zamku.

### Konstrukcja.

WOJEWÓDZKI URZĄD  
OCHRONY ZABYTKÓW w ŁODZI  
DELEGATURA w Piotrkowie Trybunalskim  
97-300 Piotrków Tryb. ul. Farna 8  
tel. 044 249 82-79  
REG. 004343702, NIP 725-14-04-997

Projektant

ZAŁĄCZNIK NR... 4  
DO DECYZJI NR 201/2006  
z DNIA 21.12.2006

dr inż. Jan Kozicki  
upr. nr 268/85 WŁ

Asystent

Dr inż. JAN KOZICKI  
upr. bud. z § 2 pkt 1 i § 13.1 pkt 2 nr 268/85/W  
upr. bud. z § 5.1 pkt 1 i § 13.1 pkt 1 nr 167/85/W  
91-456 Łódź, ul. Łagiewnicka 102/116 m. 2.  
tel. (0-42) 617-14-83

mgr inż. Marek Ryniecki

Łódź, lipiec 2006

## 1. Dane ogólne

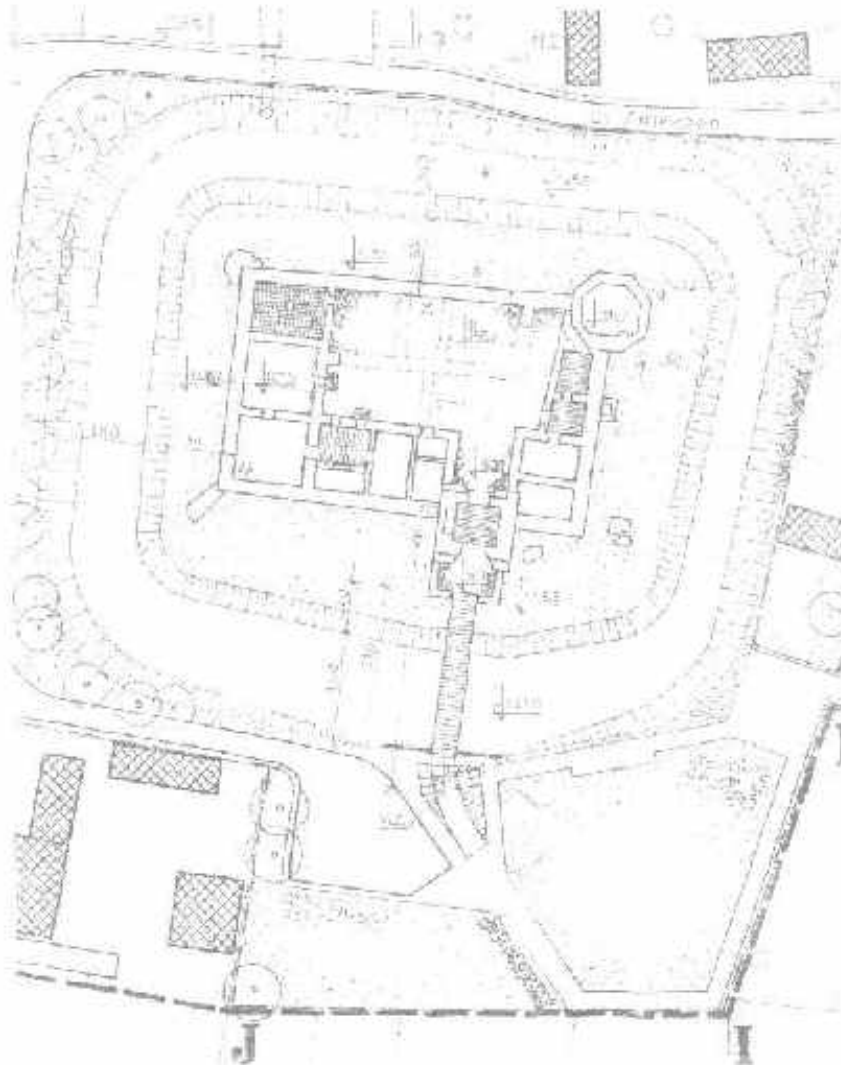
### 1.1. Podstawa opracowania

Projekt został opracowany na zlecenie Urzędu Gminy w Inowłodzu, ul. Starska 2.

### 1.2. Przedmiot opracowania.

Przedmiot projektu stanowią podlegające rozbudowie, adaptacji i częściowej rekonstrukcji, ruiny zamku Kazimierza Wielkiego w Inowłodzu.

Plan obiektu z naniesionymi zamierzeniami restauracyjnymi pokazano na szkicu 1.



Szkic 1. Plan zamku.

Zakres prac obejmuje:

- Nadbudowę ścian przedbramia do wysokości zabezpieczającej wejścia do zamku.
- Konserwację oraz częściową nadbudowę relikwów wieży bramnej, uirwalające czytelną część form przestrzennych zachowanego układu bramy oraz odtworzenie odcinków ościeży i odcinkowego łuku nad otworem dawnej bramy w południowym licu wieży.

- Odbudowę dolnej części gabarytu ośmiobocznej wieży i umiejscowienie w odbudowanej kubaturze dwóch współcześnie ukształtowanych kondygnacji pomieszczeń ekspozycyjnych oraz tarasu widokowego ponad stropem tych pomieszczeń.
- Wykonanie płytowych stropów żelbetonowych nad dwoma pomieszczeniami przyziemia skrzydła zachodniego oraz nad pomieszczeniami przyziemia w skrzydle południowym i wschodnim łącznie z nadbudową odcinków ścian tych skrzydeł w strefie przyziemia, a w szczególności zniszczonych ścian południowo wschodniego narożnika zamku.
- Odtworzenie zejść do piwnic w ścianach Nr 5, 8 i 12 w oparciu o zachowane pozostałości stopni i sklepień.
- Fragmentaryczną nadbudowę zachowanych ścian dziedzińca Nr 5, 12 i 8 w celu ukształtowania zejść do piwnic i otworów do pomieszczeń przyziemia uzyskania przestrzennej czytelności wnętrza dziedzińca oraz dopełnienia gabarytów adaptowanych wewnątrz w strefie wysokiego parteru. Wiązać się to będzie również z nadbudową odcinków murów nr 3 i 4.
- Wmontowanie w pierwotne miejsce w odtworzonej części ściany Nr 12 elementów kamieniarki portalu z herbem Łada odnalezionych podczas badań.

## 2. Opis stanu istniejącego.

### 2.1. Stan techniczny zachowanych fragmentów.

Stan techniczny pozostałości ścian został udokumentowany i szczegółowo opisany

w dok.1 - Opinia o stanie technicznym pozostałości murów Zamku w Inowłodzu, badania kamieni pobranych z murów oraz określenie uwarunkowań rekonstrukcji Zamku, marzec 2006, Kozicki

Na stan techniczny ścian wpływają :

- pozostawione bez zabezpieczenia górne krawędzie murów które uległy erozji w wyniku działań czynników atmosferycznych oraz destrukcyjnej działalności porastającej tą część ściany roślinności.
- zróżnicowania wykonania poszczególnych części murów wynikającą z :
  - braku przewiązań w warstwach ścian,
  - brakiem poziomych warstw scalających
  - użyciem kamieni o zróżnicowanej wielkości i różnym stopniu obróbienia,
  - użyciem kamienia różniącego się strukturą i uwarstwieniem,
  - wypłukaniem zwietrzałej zaprawy na głębokość do kilkunastu centymetrów,
  - możliwością penetracji wody i szkodliwego działania mrozu w górnych i licowych partiach murów,
- zastosowaniem słabej zaprawy wapiennej,
- wykonaniem fundamentów bez użycia zaprawy,

- prawdopodobnym posadowieniem bramy wjazdowej na gruncie nasypowym włożonym w fosie.

## 2.2. Opis budowy ścian.

W dok.1 przedstawiono na zdjęciach szczegóły budowy pozostałości ścian zamku. Szczegóły ścian zostały opisane poniżej.

### Mur wschodni.

Mur został wykonany z kamieni o zróżnicowanej wielkości. Kamienie, w większości są obrabiane i posiadają w miarę regularne kształty. Brak jest wyraźnego przewiązania kamieni w warstwach poziomych. Trudne są też do wyodrębnienia poziome warstwy. W murze pozostawiono liczne otwory. Lokalnie, na znacznej głębokości, do 100mm nie ma zaprawy. W części środkowej mur kamienny łączy się z murem ceglanym. Stan cegieł i zaprawy w murze ceglanym określono jako dobry.

W górnej warstwie kamienie są zniszczone wyniku działania czynników atmosferycznych. Większość kamieni jest spękana zarówno poziomo jak i pionowo. W dolnej warstwie ściany stan kamieni jest lepszy. Spękanie są w mniejszym stopniu. Występują znaczne ubytki zaprawy w spoinach między kamieniami. Lokalnie stwierdzono wykwitły solne na powierzchni kamieni.

W narożniku południowo wschodnim widoczny jest brak powiązania ścian kamiennych.

Mur wschodni od strony wewnętrznej wykonany jest z większej ilości drobnych kamieni, ułożonych mniej regularnie i w mniejszym stopniu obrobionych. Dochodzący do niego wewnętrzny mur poprzeczny ma inną strukturę. Przestrzenie między kamieniami są ściśle wypełnione zaprawą.

### Mur południowy bramy.

W połowie szerokości muru występuje pęknięcie o szerokości do kilkudziesięciu milimetrów. Pęknięcie przechodzi w zasadzie przez spoiny między kamieniami. W porównaniu z murem wschodnim, mur bramy został wykonany z drobniejszych kamieni, ściślej ułożonych, dokładniej łączonych zaprawą lepszej jakości. Kamień ma barwę brązowo siną.

### Mur zachodni bramy.

Został on wykonany z kamieni obrobionych w mniejszym stopniu, nieregularnie ułożonych. W warstwie przy powierzchni brak jest zaprawy. Część kamieni jest pęknięta. Stwierdzono odchylenie południowej części bramy, w kierunku południowym, dochodzące do kilkunastu centymetrów.

Rozdzielenie nastąpiło na styku dwóch części muru wykonanych w dwóch różnych okresach.

### Mur wschodni bramy.

Widoczne są zniszczenia tej części muru i rozwijająca się roślinność.

#### Mur zewnętrzny południowy.

Liczba drobnych kamieni w murze jest mniejsza niż w murze wschodnim.. Widoczne są od strony zewnętrznej duże kamienie. Zaprawa jest wypłukana na znacznej głębokości od lica muru – do kilkunastu centymetrów. Kamienie są w małym stopniu przewiązane w pionie. W lico muru, od strony zewnętrznej, znajdują się mniejsze, w małym stopniu obrobione kamienie gorszej jakości. Lico muru jest w znacznym stopniu zniszczone.

Odcinek muru przy bramie został wykonany podobnie jak część zachodnia. Na znacznej głębokości od lica ściany uszkodzona jest zaprawa.

#### Mury wewnętrzne.

##### Część wschodnia

W pomieszczeniu południowym mur wewnętrzny wykonany jest z kamieni obrobionych w małym stopniu, łączonych z zastosowaniem dużej ilości zaprawy Pionowe krawędzie otworów i nadproże zostały wykonane z cegły ceramicznej. Mur w części górnej wykonany jest z małych kamieni z zastosowaniem większych kamieni przy krawędziach muru.

Fragmenty łuku w ścianie wewnętrznej poprzecznej mają pachwinę wypełnioną kamieniami. Kamienie w łuku są ściśle połączone zaprawą. Pachwinę łuku wypełniono w sposób nieregularny.

W części dolnej części ściany wewnętrznej, równoległej do zewnętrznej ściany wschodniej układ kamieni jest w miarę regularny. W części górnej kamienie są nie obrobione i ułożone w sposób nieregularny, bez zachowania układu w przybliżeniu poziomych warstw.

Brak jest zachowania poziomych warstw jak i przewiązań pionowych kamieni. Kamień posiada obrobioną w zasadzie tylko płaszczyznę znajdującą się w lico ściany. Zastosowano dużą liczbę drobnych kamieni do wypełnienia przestrzeni między kamieniami większymi.

Jest on zakończony cegłą ceramiczną.

##### Mur wewnętrzny południowy.

W środkowej części wysokości i na obrzeżach otworów mur jest wykonany z cegły ceramicznej. Nad cegłami ułożone są kamienie i w części ramosz kamienny połączony zaprawą.

Podobnie wykonany jest mur w części zachodniej.

Nadproże w ścianie, wykonane jest z poziomo ułożonych, przewiązanych kamieni. W nadprożu można stwierdzić rysy przebiegające przez spoiny.

Widoczna jest zaprawa wypełniająca przestrzeń między kamieniami. Jest to zaprawa wapienna o wytrzymałości na ściskanie, nie przekraczającej 0,2MPa.

### 2.3. Parametry techniczne materiałów pobranych z pozostałości zamku

#### 2.3.1 Badanie wytrzymałości kamienia.

Badanie wytrzymałości kamieni na ściskanie wykonano zgodnie z normą PN-EN 1826. Metody badań kamienia naturalnego. Oznaczanie wytrzymałości na ściskanie. Szczegółowy opis

struktury próbek pobranych do badań zawarto w dok.1. Badanie przeprowadzono na próbkach sześciennych o wymiarze boku 50mm, wyciętych z pobranych próbek kamienia. Powierzchnie próbek przygotowano do badań przez wyrównanie gipsem.. Próbki ustawiane były w prasie z zachowaniem warunku prostokątności działania siły do płaszczyzn anizotropii próbek.

Wyniki badań zostały przedstawione w tablicy.1

Tablica 1

Lp.	Oznaczenie próbki	Wytrzymałość na ściskanie [MPa]		Nasiąkliwość	
		$f_{td}$	$f_{cm}$	$n_w$ %	$n_{sk}$ %
1	09/06 1/1	96,4	123,6	2,6	1,9
2	09/06 1/2	159,3		0,9	
3	09/06 1/3	115,1		2,2	
4	09/06 2/1	109,3	86,9	1,9	2,4
5	09/06 2/2	93,6		2,4	
6	09/06 2/3	85,0		2,8	
7	09/06 2/3b	59,5		2,6	
8	09/06 3/1	130,3	94,9	1,7	2,8
9	09/06 3/2	65,7		3,5	
10	09/06 3/3	102,0		3,0	
11	09/06 3/3b	81,7		2,8	

Średnia wytrzymałość dla wszystkich badanych próbek wynosi  $f_{cm}=101,8\text{MPa}$

### 2.3.2. Badanie nasiąkliwości kamienia.

Badania nasiąkliwości kamienia wykonano zgodnie z normą PN-EN 13755 Metody badań kamienia naturalnego. Oznaczanie nasiąkliwości przy ciśnieniu atmosferycznym. Wyniki badań nasiąkliwości zestawiono w tablicy 2.

Tablica 2

Lp	Oznaczenie próbek przez		Wiek (dni)	Masa próbki [g]		Nasiąkliwość	
	Zleceńodawca	LBB		nasyconej $G_2$	suchej $G_1$	próbki $n_w$ %	średnia $n_{w,śr}$ %
1	1	09/06 1/1	-	332,4	324,1	2,6	1,9
2		09/06 1/2		350,8	347,6	0,9	
3		09/06 1/3		355,8	348,1	2,2	
4	2	09/06 2/1		345,6	339,2	1,9	2,4
5		09/06 2/2		358,5	350,2	2,4	
6		09/06 2/3		363,0	353,1	2,8	
7		09/06 2/3b		361,3	352,0	2,6	
8	3	09/06 3/1		354,4	348,6	1,7	2,8
9		09/06 3/2		341,5	330,1	3,5	
10		09/06 3/3		350,0	339,7	3,0	
11		09/06 3/3b		349,2	339,8	2,8	

### 2.3.3. Makroskopowa ocena stanu zaprawy w murach.

W trakcie pobierania próbek zaprawa w murach była zmrożona. Po okresie przechowywania próbek w laboratorium można było stwierdzić, że pozostawione przy pobieraniu kamieni warstwy zaprawy pozostawały związane z kamieniem. Wytrzymałość tej zaprawy można oszacować w granicach 0,2 do 0,4 MPa. W zewnętrznych licowych częściach ścian zaprawa jest miejscami wypłukana na głębokość do kilkunastu centymetrów.

### 2.3.4. Określenie wytrzymałości muru kamiennego na ściskanie.

Wytrzymałość muru na ściskanie określono zgodnie z założeniami normy PN-B-032002:1999 konstrukcje murowe niezbrojone. Projektowanie i obliczenia.

Znormalizowaną wytrzymałość na ściskanie elementu murowego  $f_b$  wyznacza się ze wzoru:

$$f_b = \eta_w * \delta * f_c$$

w którym

$\eta_w$  - współczynnik uwzględniający stan wilgotności badanych elementów,

$\delta$  - współczynnik przeliczeniowy równy 0,85 (tablica 2 normy),

$f_c$  - wytrzymałość średnia elementu murowego na ściskanie.

Zgodnie z normą PN-EN 1926, dla wykonanych badań określono:

-wartość średnią 99,8

-odchylenie standardowe 28,5

-oczekiwaną wartość niższą  $E = e^{\frac{\bar{x}_n - x_{0,95}}{s_m}} = 53,5 \text{ MPa}$

- logarytmiczne odchylenie standardowe  $s_m = \sqrt{\frac{\sum (\ln x_i - \bar{x}_n)^2}{n-1}} = 0,284$

- średnia logarytmiczna  $\bar{x}_n = \frac{1}{n} \sum \ln x_i$  4,57

- współczynnik zmienności  $v = \frac{s}{\bar{x}}$  0,29

- współczynnik  $k_s = 2,08$

Przy przyjęciu do analizy wytrzymałości średniej z 11 próbek

$$f_k = 0,85 * 99,8 = 84,5 MPa$$

Przy przyjęciu do analizy oczekiwanej niższej wartości wytrzymałości kamieni

$$f_b = 0,85 * 53,5 = 45,5 MPa$$

Wytrzymałość charakterystyczną muru na ściskanie obliczono z zależności:

$$f_k = K * f_b^{0,65} * f_m^{0,25}$$

przy przyjęciu wytrzymałości zaprawy równej 0,3MPa, wytrzymałości charakterystyczne muru na ściskanie, dla K=0,50, wyniosą:

$$f_b = 53,5 MPa \quad f_k = 0,5 * 53,5^{0,65} * 0,30^{0,25} = 4,92 MPa$$

Przy przyjęciu współczynnika bezpieczeństwa równego 2,5, obliczeniowa wytrzymałość muru wyniesie:

$$f_d = \frac{4,91}{2,5} = 1,96 MPa$$

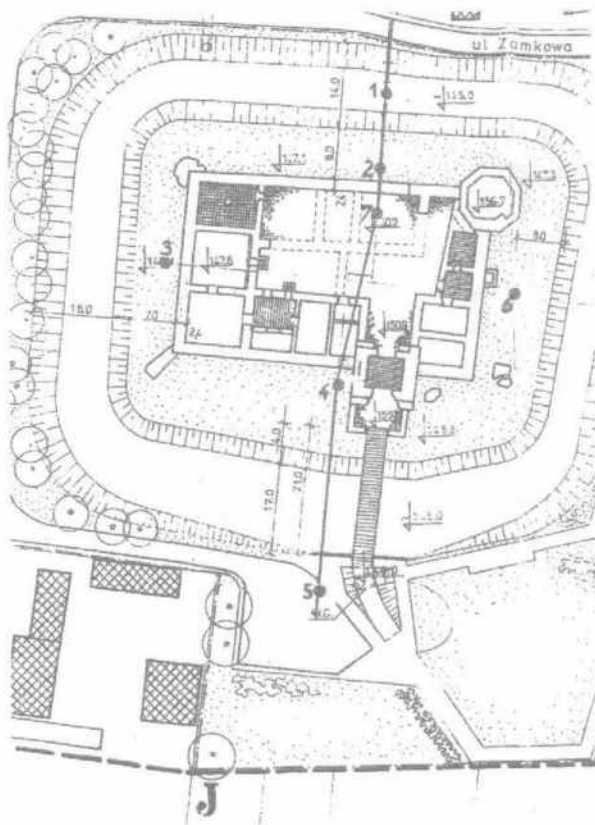
### 3. Warunki geotechniczne.

W trakcie ostatnich kilkunastu lat zostały przeprowadzone liczne badania geologiczne opisane w dok.1. Ostatnimi były badania przeprowadzone przez Janiszewskiego i Kędrackiego.

#### 3.1. Badania podłoża – stan istniejący ( badania Janiszewski Kędracki – dok.5).

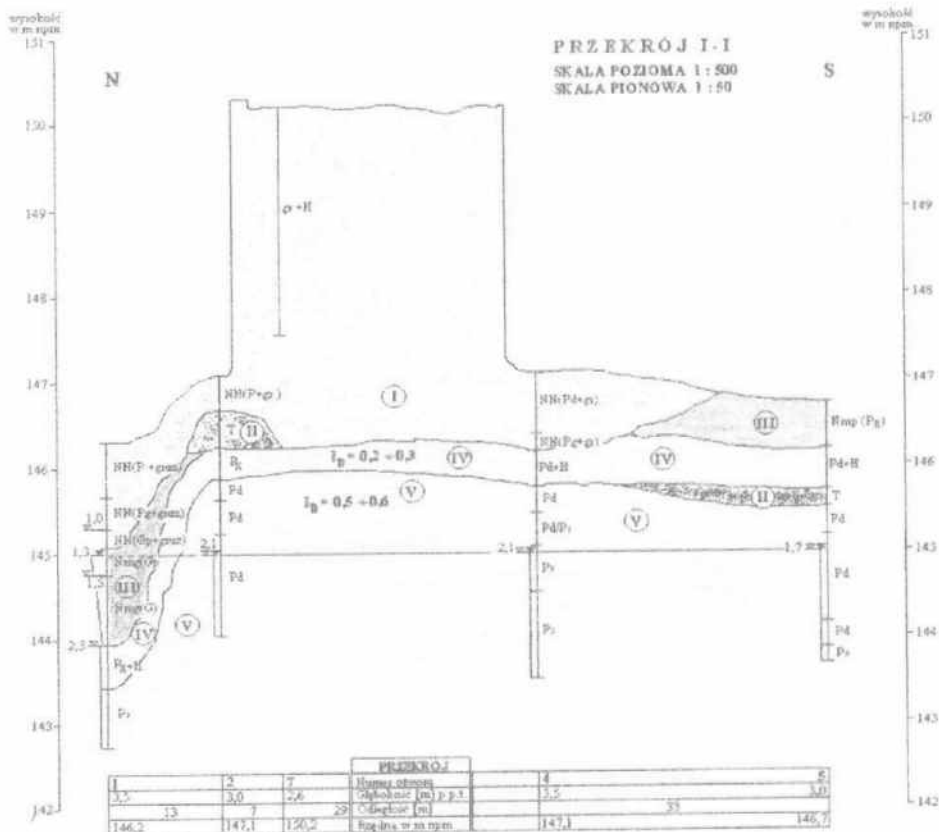
Badania zostały przeprowadzone w grudniu 2006r. Układ otworów badawczych został pokazany na szkicu 2.





Szkic 2. Usytuowanie otworów badawczych

Przekrój geologiczny został pokazany na szkicu 3, a parametry geotechniczne w tabelicy 3.



Szkic 2. Warunki geotechniczne wg Janiszewski Kędracki.

Tablica 3

Numer warstwy geotechnicznej	Rodzaj gruntu	Cecha wiodąca	Wilgotność	$w_n^{(n)}$ [%]	$\rho^{(n)}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\rho_s^{(n)}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$c_u^{(n)}$ [kPa]	$\phi_u^{(n)}$ [°]	$E_o^{(n)}$ [MPa]	$M_o^{(n)}$ [MPa]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I	NN	nie określano	mw, w	nie określano, grunty nieośmiane						
II	I		mw,							
III	Nmp, Nmg		w,							
IV	Pπ, Pπ-II, P <sub>c</sub> +II	I <sub>0</sub> =0,2±0,3	w, nw	23,5	1,77	2,65	-	29,4	29	40
V	Pd, P <sub>s</sub>	I <sub>0</sub> =0,5±0,6	w, m, nw	22,5	1,82	2,65	-	31,5	65	80

Spracowano na podstawie danych normy PN-81/B-03020

$w_n^{(n)}$ - wilgotność minimalna	$\phi_u^{(n)}$ - kąt tarcia wewnętrznej gruntu	$c_u^{(n)}$ - spójność gruntu
$\rho^{(n)}$ - gęstość objętościowa	$E_o^{(n)}$ - moduł pierwotny odkształcenia gruntu	
$\rho_s^{(n)}$ - gęstość właściwa składowa gruntu	$M_o^{(n)}$ - geometryczny moduł ściśliwości pierwotnej	

#### 4 Uwarunkowania konstrukcyjne prowadzenia prac renowacyjnych.

- Z najlepiej udokumentowanych badań wynika, że bezpośrednio pod fundamentami pozostałości ścian zalega piasek drobny. Wynika z nich, że stopień zagęszczenia piasku wynosi około 0.5. Z określonej w dok.3 nośności podłoża równej 230kPa wynika, że możliwa jest nadbudowa istniejących ścian w projektowanym zakresie.
- Ścian zewnętrznych powierzchni ścian jest zły. Spowodowane to jest degradacją zaprawy w przypowierzchniowych warstwach ściany, uszkodzeniami mrozowymi i zwietrzeniem kamienia. Ponadto górna krawędź ściany i strefa bezpośrednio przy gruncie zniszczona jest przez rozwijającą się roślinność.
- W ramach projektu modernizacyjnego należy z dostępnych od zewnątrz spoin usunąć zwietrzałą zaprawę i miejsca te oraz braki w zaprawie uzupełnić.
- mocno spękane małe kamienie, widoczne w licu ściany, wymienić na nowe.
- usunąć wierzchnią, zniszczoną, warstwę kamieni i zaprawy na górze ściany na wysokości około 0,30 - 050m.
- Materiał kamienny z którego wykonana są mury znajduje się w zróżnicowanym stanie. O jego cechach wytrzymałościowych i nasiąkliwości decyduje ilość płaszczyzn przecięcia kamienia i w mniejszym stopniu struktura kamienia. Średnia wytrzymałość kamienia na ściskanie nieco się różni w zależności od okresu realizacji założenia. Jednak współczynnik zmienności w badaniach wytrzymałości, dla kamieni z tych okresów jest podobny.
- Należy za pomocą żelbetowego wieńca połączyć ściany bramy z pozostałą częścią zamku.

## 5. Projektowany zakres prac budowlanych

### 5.1. Charakterystyka ogólna

Rozwiązaniem przeważającym w problematyce projektowanych zamierzeń konserwatorskich jest naprawa i utwalenie zachowanych murów oraz ich zabezpieczenie przez nadbudowę nowych warstw z zastosowaniem piaskowca o cechach zbliżonych do cech dawnych ziół lokalnych - murowanego na zaprawie wapienno-łrასowej. Fragmenty murów wymagają uzupełnienia cegłą lub wątkiem mieszanym z udziałem cegły. Pod koroną tych murów zaprojektowano warstwę izolacji poziomej. Fragmenty ścian o koronie ukształtowanej malowniczo w wyniku naturalnej destrukcji przewidziano do pozostawienia w stanie odsłoniętym w czasie badań z zabezpieczeniem korony murów metodą nasączenia preparatami hydrofobizującymi powierzchnię kamienia i zaprawy.

- Wychyloną na zewnątrz bryłę przedbramia przeznaczono do pozostawienia w formie odkształconej, projektując powiązanie jej z murem zamku konstrukcją żelbetową utrwalającą obecne wychylenie ścian.

W podobny sposób przewidziano utwalenie i stabilizację wychylonego odcinka muru północnego, pozostawiając szczegóły rozwiązania do ustalenia w trybie nadzoru autorskiego po odsłonięciu w toku robót stanu zachowania poprzecznych ścian skrzydła północnego.

- Bryłę wieży zaprojektowano w formie obudowy zewnętrznych powierzchni stosunkowo cieńszymi ścianami rzędu 85 cm z piaskowca na zaprawie wapienno-łrასowej kształtującego lico zewnętrzne i pozostawiającego „dziką” oraz nieregularną fakturę wnętrza. Oparcie stropów zaprojektowano na szkielecie żelbetowym wyznaczającym krawędzie wewnętrzne dawnej grubości ścian wieży. Słupy te połączone wieńcem o płanie ośmiobocznym podtrzymują stropy ukształtowane w formie płyt żelbetowych. Również biegi schodów pomiędzy kondygnacjami wieży zaprojektowano jako żelbetowe konstrukcje płytowe.
- Nad adaptowanymi pomieszczeniami przyziemia i wysokiego parteru zaprojektowano stropy żelbetowe. W części pomieszczeń zaprojektowano umieszczenie pod stropem belek drewnianych. Na stropach przewidziano wykonanie odpowiednich warstw izolacji cieplnej i przeciwwilgociowej, a na tarasach posadzek z płyt ceramicznych.
- Na stropodachach nad pomieszczeniami wysokiego parteru w skrzydłach południowym i wschodnim zaprojektowano ukształtowanie tzw. zielonych dachów z udziałem ziół, mchów i porostów wg określonego systemu.
- Faktura ścian z piaskowca z fragmentami wątków ceglanych w strefie części wtórnych otworów po uzupełnieniach, wzmocnieniu, utwaleniu, spoinowaniu i hydrofobizacji lica winna zachować charakter „surowy” na lico wszystkich ścian zewnętrznych oraz większości adaptowanych wewnątrz przyziemia. Przyjęto przy tym, iż nadbudowane fragmenty murów winny być wyodrębnione w stosunku do zachowanych płaszczyzn przy pomocy odpowiednio podbarwionej spoiny.

## 5.2. Roboty rozbiórkowe.

Projektuje się następującą kolejność prowadzenia prac rozbiórkowych.

- Usunięcie roślinności i darni z rumowiska na poziomie wysokiego parteru.
- Usunięcie warstw ziemi i gruzu z powierzchni dziedzińca i skrzydła północnego do projektowanych poziomów podłóży.
- Odgruzowanie wnętrz pomieszczeń P 4 i P 5 w skrzydle zachodnim oraz pomieszczeń K 1, P 1, P 2, P 3, P 11 w skrzydle południowym, a także P 12 i P 13 w strefie bramy.
- Odgruzowanie części przyziemia pod dziedzińcem w strefie projektowanego korytarza P 10 i P 10A.
- Dezynfekcja odsłoniętych powierzchni murów w strefach występowania roślinności preparatem Rundyl.
- Wykonanie wykopów wąskoprzestrzennych z rozparciem i oszalowaniem przy zewnętrznych licach muru obwodowego oraz przy zachodniej ścianie skrzydła wsch. w celu wykonania wypraw izolacyjnych pod proj. poziomem terenu.
- Rozebranie zwietrzałych i odspojonych warstw kamienia w strefach korony muru z segregacją kamienia do odzysku.
- Usunięcie odspojonych fragmentów lica kamiennego.
- Usunięcie zwietrzalej zaprawy ze spoin w licu murów.
- Wykucie w murach projektowanych otworów drzwiowych, pionów wentylacyjnych, bruzd c.o. i wnęk na grzejniki oraz przebić na przejścia tras kanalizacyjnych, centralnego ogrzewania i wentylacji mechanicznej.

Wszystkie prace rozbiórkowe należy wykonywać w kolejności wynikającej z programu organizacji robót, po uprzednim zabezpieczeniu elementów konstrukcji w strefach podlegających rozbiórkom.

## 5.3. Roboty stanu surowego

- Uzupelnienie wyrw i ubytków w licu ścian piaskowcem i fragmentarycznie cegłą na zaprawie wapienno-trasowej.
- Uzupelnienie wyrw w obwodzie murów w strefie przyziemia oraz nadmurowanie ich do projektowanych poziomów w strefie wysokiego parteru i w strefie stropodachu nad tą kondygnacją z zastosowaniem piaskowca i fragmentarycznie cegły (o wymiarach dostosowanych do fazy budowy muru - na zaprawie wapienno-trasowej oraz obmurowanie otworów i odtworzenie łęków z kamienia lub cegły.

Dla ograniczenia ilości potrzebnego materiału kamiennego na dłuższych odcinkach wyrw i projektowanych nadbudów zastosowano w projekcie strukturę muru warstwowego z zewnętrzną warstwą z piaskowca, środkową z gruzu ceglanego i wewnętrzną z piaskowca w pomieszczeniach przyziemia oraz z cegły w pomieszczeniach parteru przeznaczonych do tynkowania.

Wyodrębnione warstwy winny być powiązane wzajemnie przy pomocy strzępi oraz zespolone w spoinach nad co drugą warstwą poziomą muru (czyli w odległości ~220-230 cm) przy pomocy siatki zgrzewanej z prętów  $\phi$  4 mm zespolonych w grubości spoiny warstwą betonu ca 4-5 cm w poziomach pod spoinami strukturalnych warstw poziomych muru zaprojektowano otwory naczulcowe stanowiące charakterystyczne pozostałości ustawienia pomostów roboczych.

Do narożników zewnętrznych w murach należy dobierać większe bloki piaskowca i szlifować ich powierzchnie licowe.

- Nadproża nad otworami w murach zaprojektowano w postaci łęków z kamienia lub cegły (w dostosowaniu do materiału zachowanego w reliktach łęków pierwotnych). Nad otworami wykuwanymi w grubości istniejących murów przewidziano nadproża z dźwigarów NP 140 w liczbie dostosowanej do grubości ściany. Nad otworami w nowych murach w strefie korytarza w przyziemiu zaprojektowano nadproża typu L.19. Część nadproży projektowanych bezpośrednio przy wieńcach żelbetowych stanowić będzie kontynuację konstrukcji z żelbetu.
- W otworach okien i drzwi pomieszczeń skrzydła wschodniego i południowego od strony dziedzińca zaprojektowano rekonstrukcję obramień kamiennych z szarego piaskowca żarnowieckiego oraz anasylcę bogatej kamieniarki portalu prowadzącego do pomieszczenia W 3.
- Konstrukcję stropów i stropodachów stanowić będą płyty żelbetowe krzyżowo zbrojone oparte na wieńcach leżących na odsadzkach lub wkulych w mury.
- Podstawową konstrukcję wieży stanowić będzie ośmioboczny szkielet słupów żelbetowych podtrzymujący żelbetowe płyty stropów oraz spoczniki i biegi schodów - z wieńcami w zewnętrznych murach kamiennych wieży.
- Schody
  - w wieży i w klatce schodowej K 1 żelbetowe, płytowe
  - w sztych piwnicznych i w skrzydle wschodnim przy wieży murowane z cegły, spoczywające na podbudowie kamiennej grubości muru
- Dźwig - szyb dźwigu murowany z cegły marki 150 na zaprawie cem. dostosowany gabarytami do dźwigu hydraulicznego typu EasyLife LG o udźwigu 480 kg  
Przed wykonaniem szybu wykonawca winien uzgodnić z dostawcą dźwigu szczegóły realizacji i montażu.
- Doświetlenie wewnątrz zaprojektowano w części pomieszczeń przy pomocy okien w rekonstruowanych otworach a w części przy pomocy świetlików rurowych typu Sun Tunnel o średnicach 550 mm i 350 mm osadzonych w płytach stropodachów lub przeprowadzonych w kanałach pozostawionych w toku murowania nadbudowywanych ścian.
- Izolacje termiczne zaprojektowano w strefach przegród poziomych za pomocą styropianu FS 30 o grubościach dostosowanych obliczeniowo do charakteru przegród
  - w warstwach posadzkowych ogrzewanych pomieszczeń podziemia

- na stropach nad pomieszczeniami przyziemia w skrzydle zachodnim nad pomieszczeniami wysokiego parteru w skrzydłach południowym i wschodnim
  - na płycie stropowej górnej kondygnacji wieży
  - nad zespołem pomieszczeń technicznych i korytarzem pod poziomem dziedzińca
- „Zielone dachy” Systemu VEDAG typu VEDAFLOR Plus o ekstensywnym zazielenieniu z udziałem rozchodnika, ziół i trawy.
- Zaprojektowano nad pomieszczeniami wysokiego parteru w skrzydle południowym oraz nad pomieszczeniami magazynu książek w skrzydle południowym. Projektowany dach posiada własny system izolacji przeciwwilgociowej i przeciwwodnej.
- Izolacje przeciwwilgociowe i przeciwwodne zgodnie z projektem budowlanym tom architektura.
- W przypadku fundamentu pod wieżę jego końcowy obrys ustalić po odsłonięciu warstwy naziomu

## 6. Projektowane rozwiązania konstrukcyjne.

W ramach konserwacji, adaptacji i częściowej rekonstrukcji elementów struktury zamku zaprojektowano nadbudowę wybranych odcinków murów dla dopełnienia gabarytów adaptowanych pomieszczeń na dwóch kondygnacjach zamku, naprawę części murów istniejących z usunięciem zwietrzałych warstw korony, z uzupełnieniem ubytków w licach oraz oczyszczeniem i wypełnieniem zniszczonych lub wypłukanych spoin.

Nadbudowywane odcinki ścian zaprojektowano jako strukturę warstwową. W układzie pionowym utrzymano historyczny moduł warstw określony wysokością pomostów roboczych i wynoszący ok. 110 do 120 cm - z płaszczyzną wyrównawczą na górnej powierzchni warstwy. W układzie poziomym zaprojektowano podział na trzy warstwy: zewnętrzną z piaskowca, środkową z gruzu ceglanego i wewnętrzną z piaskowca w strefie przyziemia a z cegły w strefie wysokiego parteru. Warstwy te winny wiązać się przy pomocy strzępi a dodatkowo będą przewiązane zbrojeniem z siatki zgrzewanej z prętów  $\phi$  6 mm, obetonowanych w warstwie ok. 4~5 cm - w odstępach co dwie warstwy poziome.

- Ściany adaptowane i nadbudowywane zostaną ustabilizowane wzajemnie przy pomocy żelbetowych stropów płytowych krzyżowo zbrojonych, opartych na wieńcach leżących na odsadzkach murów lub w bruzdach poziomych.

Rozwiązanie takie zastosowano zarówno w stropach międzypiętrowych (pomiędzy przyziemiem i wysokim parterem) jak i w stropodachach projektowanych jako tarasy lub „dachy zielone”



Grubości płyt dostosowano do rozwiązań architektonicznych, zróżnicowano w wyniku obliczeń stosowanie do rozpiętości pomieszczeń oraz do charakteru obciążeń. W stropach zaprojektowano otwory pod naświetla. Należy je zweryfikować dla zakupionych urządzeń.

- Indywidualnie rozwiązano konstrukcję rekonstruowanej wieży. Podstawową konstrukcją wieży stanowi ośmioboczny szkielet słupów żelbetowych, oparty na pierścieniowej ławie, wykonanej na kamiennym fundamencie wieży.

**Uwaga:**

W przypadku stwierdzenia w miejscu lokalizacji fundamentu podłoża innego niż kamienne, należy poinformować o tym projektanta.

Na słupach oparte są pasma spoczników schodów oraz, poprzez ciągłe belki, krzyżowo zbrojone stropy wieży. Są one oparte również na wieńcach ściany o grubości 85 cm, murowanej z kamienia, stanowiącej obudowę ośmiobocznej wieży.

- Schody w wieży i w klatce schodowej K 1 zaprojektowano jako żelbetowe płytowe.
- Nadproża w większości otworów stanowiąc będą rekonstruowane łęki odcinkowe z kamienia lub cegły.

Nad otworami wykonanymi w istniejących ścianach zaprojektowano nadproża z dźwigarów stalowych dwuteowych NP. 140 w liczbie dostosowanej do grubości ściany.

W otworach drzwiowych projektowanych w strefie korytarza P 10 zaprojektowano nadproża typu L 19.

- Szyb dźwigu zaprojektowano z cegły marki 150 na zaprawie cementowej, na żelbetowych ławach fundamentowych.
- Groblę na zewnątrz fosy zamkowej zaprojektowano jako konstrukcję szkieletowo-murową wspierającą żelbetową płytę pochylni obciążoną warstwą bruku. Stopy fundamentowe pod słupy posadzić na głębokości min. 1,0m. Ściany grobli zaizolować stosując powłokę Superflex®1 ( od strony powierzchni stykających się z gruntem.

Przy grobli zaprojektowano żelbetowe schody płytowe oparte na ściankach półczkowych z cegły.

- Most i kładkę nad fosą zamkową zaprojektowano w tradycyjnej konstrukcji drewnianej z zastosowaniem pali dębowych bitych w dno fosy na głębokość min 1,50m, przęsła z belek sosnowych i warstwy pomostowej z bali sosnowych o grubości 6 cm. Zaprojektowane przekroje drewna zostały „przewymiarowane” w stosunku do obliczonych wielkości w celu spełnienia wymogów o charakterze konserwatorskim.

Nawierzchnie zaprojektowano z bali grubości 60 mm przybijanych w odstępach co 12 mm (dla zapewnienia spływu wód opadowych i śniegu). Balustrady z krewędziaków sosnowych.

Drewno ponad powierzchnią terenu winno zostać zabezpieczone solnymi środkami ppoż. np. Fobos M12 i przeciw szkodnikom biologicznym oraz środkami olejnymi w celu hydrofobizacji.

Pale w części zagłębionej w gruncie winny zostać zabezpieczone olejem kreozotowym lub innym olejem impregnacyjnym, spełniającym wymagania dotyczące skuteczności działania odpowiadające klasie 4 zagrożenia, podanej w EN 599-1.

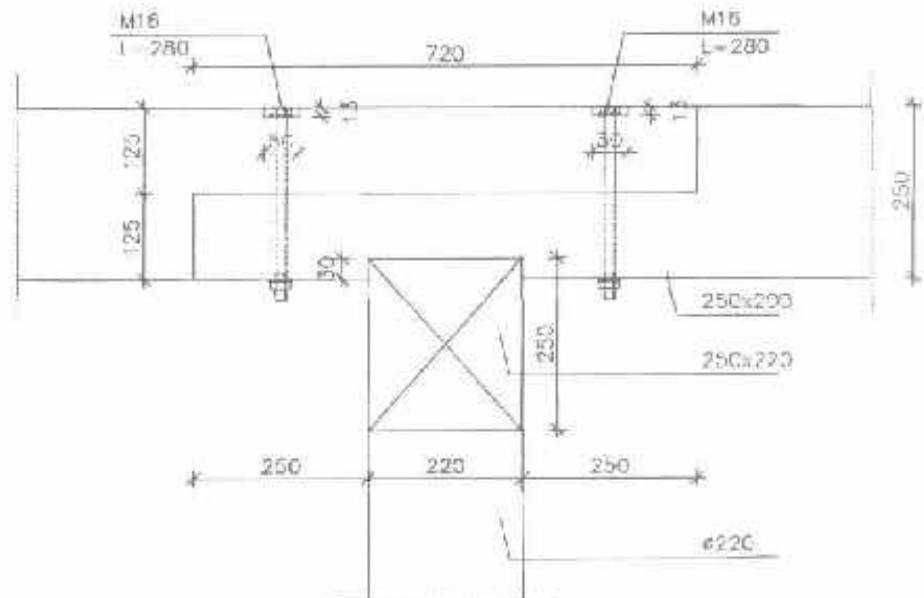
W złączach bali ze stężeniami należy zapewnić styki płaskie stanowiące wycięcie o głębokości 20mm. W każdym styku należy stosować do połączenia dwie śruby o średnicy 16mm. Są to śruby z łbem sześciokątnym według PN-75/M-82144. Podkładki należy stosować obustronnie to znaczy pod łbem i nakrętką. Stężenia należy łączyć w środku rozpiętości jedną śrubą M16 z zastosowaniem przekładki między stężeniami. Słupy należy łączyć z oczepami na trzpienie stalowe o średnicy 25mm i długości 450mm. Elementy stalowe należy zabezpieczyć przed korozją przez kadmowanie.

Oczepy należy wpuścić w belki główne na głębokość 30mm. W miejscu łączenia belek na oczepie należy je układać obok siebie i łączyć 2 śrubami o średnicy 16mm z każdej strony oparcia.

Na przyczółkach belki główne oprzeć na ławach o przekroju takim jak oczepy.

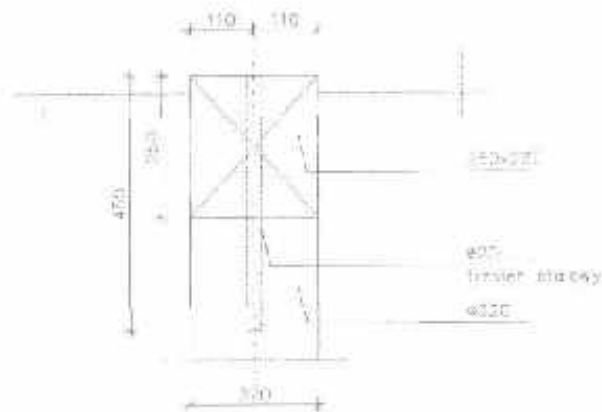
Bale chodnika należy łączyć z belkami głównymi gwoździami ocynkowanymi o średnicy 5,5mm i długości 110mm (minimum 2 gwoździe w jednym styku). Pd gwoździe należy nawiercać otwory.

Szczegóły połączeń elementów mostu zostały pokazane na szkicach 3, 4, 5.

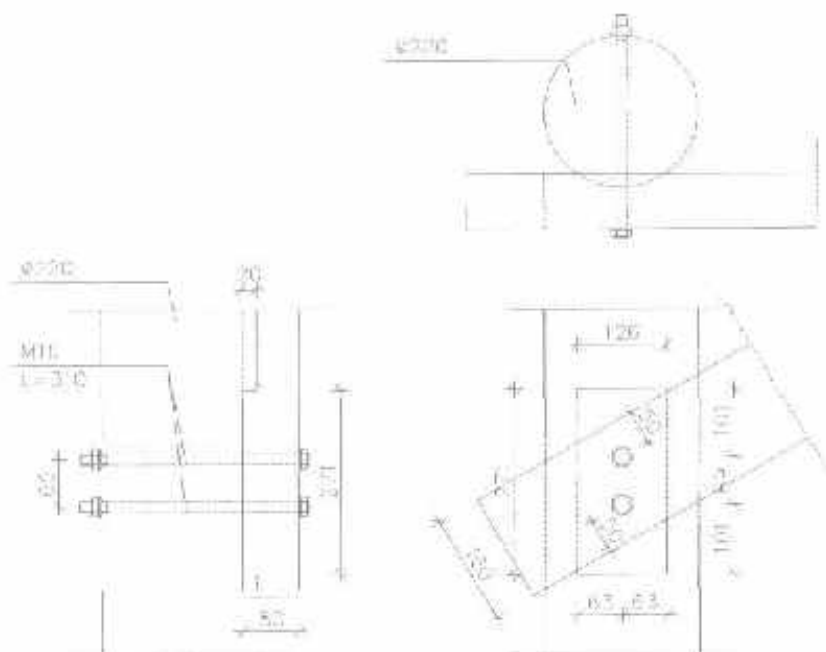


Szkic 3. Szczegóły połączenia belek głównych nad oczepem.





Szkic 4 Szczegół połączenia oczepu ze słupem.



Szkic 5. Szczegół połączenia ukośnego stężenia ze słupem

## 7. Zastosowane materiały.

Do wykonania elementów konstrukcyjnych należy zastosować następujące materiały:

Konstrukcje żelbetowe:

Beton B30 z zawartością min 300kg cementu na 1m<sup>3</sup>,

Stal 34GS

Konstrukcje drewniane:

Drewno klasy C30,

słupy drewno dębowe,

pozostałe elementy drewno sosnowe.

Konstrukcje murowe – nowe